

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-036438

(43)Date of publication of application : 07.02.2003

(51)Int.Cl.

G06T 7/00
 G06T 1/00
 H04N 1/46
 H04N 5/21
 H04N 5/907
 H04N 5/91
 H04N 9/79

(21)Application number : 2001-224628

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 25.07.2001

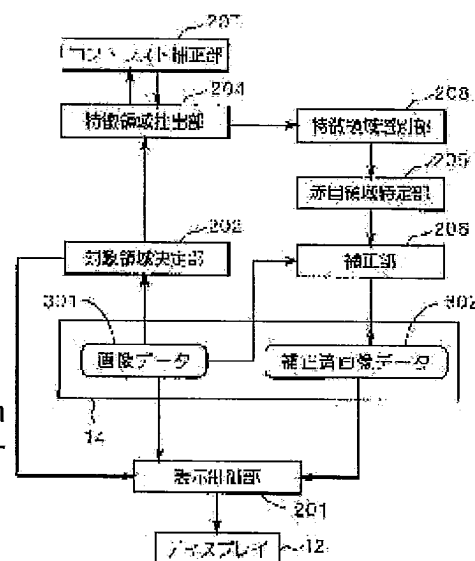
(72)Inventor : YOSHIDA HIROKI

(54) PROGRAM FOR SPECIFYING RED-EYE IN IMAGE, RECORDING MEDIUM, IMAGE PROCESSOR AND METHOD FOR SPECIFYING RED- EYE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To appropriately specify an area where an image red-eye phenomenon occurs.

SOLUTION: When an area including eyes in a target image 401 is decided as a target area 402, a contrast correcting part 207 performs contrast correction of the target area 402 to correct influence when photographed. A characteristic area extracting part 204 extracts a pupil area, an iris area and an area outside the iris as characteristic area on the basis of the characteristic quantity of the hue, saturation and lightness of the target area. A characteristic area selecting part 208 excludes a characteristic area having a pixel of a flesh color from candidates for a red-eye area. Furthermore, a red-eye area specifying part 205 specifies one red-eye area on the basis of contact relation between the iris area 502 and the other characteristic areas, a gradation characteristic of the characteristic areas and dimensions. Thus, the red-eye area can be appropriately specified.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-36438

(P2003-36438A)

(43) 公開日 平成15年2月7日 (2003.2.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 6 T 7/00	1 0 0	G 0 6 T 7/00	1 0 0 C 5 B 0 5 7
			1 0 0 A 5 C 0 2 1
			1 0 0 B 5 C 0 5 2
1/00	5 1 0	1/00	5 1 0 5 C 0 5 3
H 0 4 N 1/46		H 0 4 N 5/21	Z 5 C 0 5 5

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-224628(P2001-224628)

(22) 出願日 平成13年7月25日 (2001.7.25)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 吉田 宏樹

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

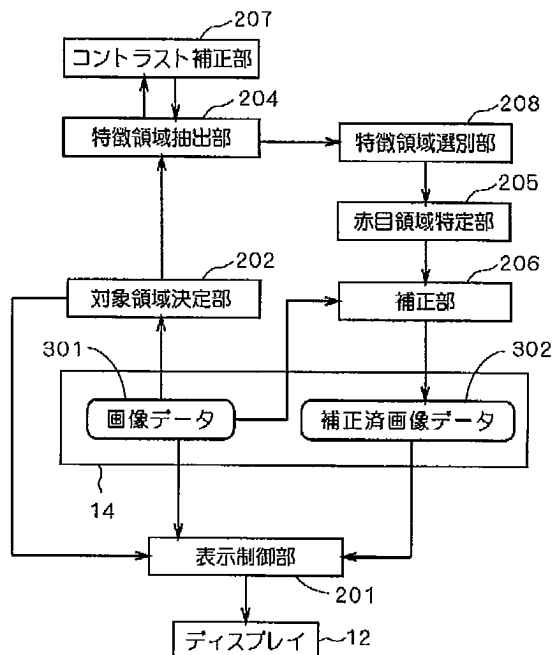
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像中の赤目を特定するプログラム、記録媒体、画像処理装置及び赤目特定方法

(57) 【要約】

【課題】 画像の赤目現象の生じている領域を適切に特定する。

【解決手段】 対象画像401中の目を含む領域が対象領域402として決定されると、コントラスト補正部207は対象領域402に対してコントラスト補正を行い撮影時の影響を補正する。そして特徴領域抽出部204が、対象領域の色相、彩度および明度の特徴量に基づいて、瞳孔領域、虹彩領域および虹彩外領域を特徴領域として抽出する。特徴領域選別部208は、肌色の画素を有する特徴領域を赤目領域の候補から除外する。さらに赤目領域特定部205が、虹彩領域502と他の特徴領域との接触関係や、特徴領域の階調特性および面積に基づいて赤目領域を1つに特定する。これにより赤目領域を適切に特定することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象画像中の赤目を特定するプログラムであって、コンピュータを、
前記対象画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む赤目領域の候補となる複数の特徴領域を抽出する特徴領域抽出手段と、
前記虹彩領域と他の特徴領域との接触関係と、前記特徴領域の特徴量の階調特性と、前記特徴領域の面積に関する面積情報と、に基づいて前記赤目領域を特定する赤目領域特定手段と、を備える画像処理装置として機能させるためのプログラム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のプログラムにおいて、前記特徴領域抽出手段は、前記対象領域の画素値から導出される色相、彩度および明度のうち少なくとも 2 種類の特徴量に基づいて前記特徴領域を抽出することを特徴とするプログラム。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載のプログラムにおいて、
前記赤目領域特定手段は、
前記階調特性と前記面積情報とから導出される評価値に基づいて、前記赤目領域を 1 つに特定することを特徴とするプログラム。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のプログラムにおいて、
前記面積情報は、前記虹彩領域の面積と、該虹彩領域に接触する他の特徴領域の面積と、を加算した面積に関する情報であることを特徴とするプログラム。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のプログラムにおいて、
前記階調特性は、前記虹彩領域の特徴量のヒストグラムから導出される値を含むことを特徴とするプログラム。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のプログラムにおいて、
前記階調特性は、前記虹彩領域の特徴量の位置的な連続性から導出される値を含むことを特徴とするプログラム。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載のプログラムにおいて、コンピュータを、
前記対象領域の周辺領域の画素の色から肌色情報を取得する手段と、
前記特徴領域に含まれる画素の色が前記肌色情報と一致する場合に、該特徴領域を前記赤目領域の候補から除外する手段と、をさらに備える画像処理装置として機能させるためのプログラム。

【請求項 8】 請求項 7 に記載のプログラムにおいて、コンピュータを、
前記対象画像のサイズと前記対象領域のサイズとに基づいて前記肌色情報を取得するための前記周辺領域のサイズを設定する手段、をさらに備える画像処理装置として機能させるためのプログラム。

【請求項 9】 対象画像中の赤目を特定するプログラムであって、コンピュータを、
前記対象画像のコントラストを補正する手段と、
コントラストが補正された前記対象画像から、赤目領域を特定する赤目領域特定手段と、を備える画像処理装置として機能させるためのプログラム。

【請求項 10】 請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 11】 対象画像中の赤目を特定する画像処理装置であって、
前記対象画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む赤目領域の候補となる複数の特徴領域を抽出する特徴領域抽出手段と、
前記虹彩領域と他の特徴領域との接触関係と、前記特徴領域の特徴量の階調特性と、前記特徴領域の面積に関する面積情報と、に基づいて前記赤目領域を特定する赤目領域特定手段と、を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 12】 対象画像中の赤目を特定する方法であって、
前記対象画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む赤目領域の候補となる複数の特徴領域を抽出する工程と、
前記虹彩領域と他の特徴領域との接触関係と、前記特徴領域の特徴量の階調特性と、前記特徴領域の面積に関する面積情報と、に基づいて前記赤目領域を特定する工程と、を備えることを特徴とする赤目特定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像中の赤目を特定する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 フラッシュを用いて撮影を行うと画像中の人物の目が赤色あるいは黄金色に光って写る赤目現象が生じることがある。このような赤目は不自然であるため、銀塩カメラにて取得された写真をスキャナにて取り込むことにより、あるいは、デジタルカメラにて撮影することにより取得された画像データに対して処理を施し、画像中の赤目を通常目へと補正する技術が従来より提案されている。

【0003】 例えば、特開平 9-261580 号公報では、一対の目を含む領域とその中央点を操作者が指定し、指定された領域を対象に赤目現象が生じている領域（以下、「赤目領域」という。）を特定して補正する方法が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、赤目は撮影された状況または被写体の個人差等によって色相等の特徴量が異なること、画像内の瞳の占める割合が異なる

ること等の理由から、赤目領域の特定が困難であった。

【0005】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、様々な態様にて生じる赤目領域を適切に特定することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1の発明は、対象画像中の赤目を特定するプログラムであって、コンピュータを、前記対象画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む赤目領域の候補となる複数の特徴領域を抽出する特徴領域抽出手段と、前記虹彩領域と他の特徴領域との接触関係と、前記特徴領域の特徴量の階調特性と、前記特徴領域の面積に関する面積情報と、に基づいて前記赤目領域を特定する赤目領域特定手段と、を備える画像処理装置として機能させる。

【0007】また、請求項2の発明は、請求項1に記載のプログラムにおいて、前記特徴領域抽出手段は、前記対象領域の画素値から導出される色相、彩度および明度のうち少なくとも2種類の特徴量に基づいて前記特徴領域を抽出することを特徴とする。

【0008】また、請求項3の発明は、請求項1または2に記載のプログラムにおいて、前記赤目領域特定手段は、前記階調特性と前記面積情報とから導出される評価値に基づいて、前記赤目領域を1つに特定することを特徴とする。

【0009】また、請求項4の発明は、請求項1ないし3のいずれかに記載のプログラムにおいて、前記面積情報は、前記虹彩領域の面積と、該虹彩領域に接触する他の特徴領域の面積と、を加算した面積に関する情報であることを特徴とする。

【0010】また、請求項5の発明は、請求項1ないし4のいずれかに記載のプログラムにおいて、前記階調特性は、前記虹彩領域の特徴量のヒストグラムから導出される値を含むことを特徴とする。

【0011】また、請求項6の発明は、請求項1ないし4のいずれかに記載のプログラムにおいて、前記階調特性は、前記虹彩領域の特徴量の位置的な連続性から導出される値を含むことを特徴とする。

【0012】また、請求項7の発明は、請求項1ないし6のいずれかに記載のプログラムにおいて、コンピュータを、前記対象領域の周辺領域の画素の色から肌色情報を取得する手段と、前記特徴領域に含まれる画素の色が前記肌色情報と一致する場合に、該特徴領域を前記赤目領域の候補から除外する手段と、をさらに備える画像処理装置として機能させる。

【0013】また、請求項8の発明は、請求項7に記載のプログラムにおいて、コンピュータを、前記対象画像のサイズと前記対象領域のサイズとに基づいて前記肌色情報を取得するための前記周辺領域のサイズを設定する手段、をさらに備える画像処理装置として機能させる。

【0014】また、請求項9の発明は、対象画像中の赤目を特定するプログラムであって、コンピュータを、前記対象画像のコントラストを補正する手段と、コントラストが補正された前記対象画像から、赤目領域を特定する赤目領域特定手段と、を備える画像処理装置として機能させる。

【0015】また、請求項10の発明は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、請求項1ないし9のいずれかに記載のプログラムを記録している。

【0016】また、請求項11の発明は、対象画像中の赤目を特定する画像処理装置であって、前記対象画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む赤目領域の候補となる複数の特徴領域を抽出する特徴領域抽出手段と、前記虹彩領域と他の特徴領域との接触関係と、前記特徴領域の特徴量の階調特性と、前記特徴領域の面積に関する面積情報と、に基づいて前記赤目領域を特定する赤目領域特定手段と、を備えている。

【0017】また、請求項12の発明は、対象画像中の赤目を特定する方法であって、前記対象画像中の目領域を含む対象領域の特徴量に基づいて、前記対象領域から虹彩領域を含む赤目領域の候補となる複数の特徴領域を抽出する工程と、前記虹彩領域と他の特徴領域との接触関係と、前記特徴領域の特徴量の階調特性と、前記特徴領域の面積に関する面積情報と、に基づいて前記赤目領域を特定する工程と、を備えている。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。

【0019】＜1. 第1の実施の形態＞図1は、本発明の第1の実施の形態に係る画像処理装置1の外観図である。画像処理装置1は、プログラムを実行することにより対象とする画像中の赤目領域を特定して補正を行うコンピュータである。画像処理装置1は、図1に示すように使用者からの入力を受け付けるキーボード111およびマウス112、並びに、使用者に対する指示メニューや取得した画像等の表示を行うディスプレイ12を備える。

【0020】画像処理装置1は、内部に画像のデータ等を記憶する固定ディスク161を有しており、さらに、プログラムを格納した記録ディスク91や画像データを格納したメモ리카ード92が、コンピュータ読み取り可能な記録媒体としてそれぞれ読取装置162やカードスロット163に装填可能となっている。

【0021】図2は、画像処理装置1の構成を示すブロック図である。画像処理装置1は、CPU13、RAM14およびROM15をバスラインに接続した一般的なコンピュータシステムの構成となっている。バスラインにはさらに、ディスプレイ12、操作者からの入力を受け付けるキーボード111およびマウス112、データ

やプログラム等を保存する固定ディスク161、記録ディスク91（光ディスク、磁気ディスク、光磁気ディスク等）との間で情報の受け渡しを行う読取装置162、並びに、メモリカード92との間で情報の受け渡しを行うカードスロット163が、適宜、インターフェイス（I/F）を介する等して接続される。

【0022】RAM14、固定ディスク161、読取装置162およびカードスロット163は互いにデータの受け渡しが可能とされており、CPU13の制御の下、ディスプレイ12には各種情報やRAM14、固定ディスク161、メモリカード92等に記憶されている画像の表示が可能とされる。

【0023】図2に示すプログラム141は、記録ディスク91から読取装置162を介して固定ディスク161に記憶され、固定ディスク161からRAM14へと転送されたものであり、CPU13による実行が可能とされる。画像処理装置1がコンピュータ通信手段を備えている場合は、インターネット等のコンピュータ通信を介してプログラム141が固定ディスク161に記憶されてもよい。

【0024】図3は、CPU13がRAM14内のプログラム141に従って動作することにより実現される機能構成を他の構成とともに示す図である。図3に示す構成のうち、表示制御部201、対象領域決定部202、特徴領域抽出部204、コントラスト補正部207、特徴領域選別部208、赤目領域特定部205および補正部206が、CPU13等により実現される機能を示す。

【0025】表示制御部201は、画像データに基づいてディスプレイ12上による画像の表示を制御する。対象領域決定部202は、マウス112を介して画像データ301が示す対象画像中の処理を行う対象領域の指定を使用者から受け付ける。

【0026】特徴領域抽出部204は、対象領域の特徴量に応じて赤目領域の候補となる複数種類の特徴領域を抽出する。なお、特徴量としては色相、彩度および明度が用いられる。コントラスト補正部207は、特徴領域抽出部204が特徴領域を抽出する前に対象画像中の対象領域のコントラスト補正を行い明度のバランスを調整する。特徴領域選別部208は、抽出された特徴領域に含まれる画素の色相が肌色であるか否かを判定することにより特徴領域を選別する。赤目領域特定部205は、選別された複数の特徴領域のうち赤目領域を構成する特徴領域を特定する。補正部206は特定された赤目領域に対して補正を行い、画像中の赤目を正常な色の目へと補正する。補正後の画像のデータは補正済画像データ302としてRAM14に記憶される。

【0027】図4は、特徴領域選別部208の機能構成を示すブロック図である。特徴領域選別部208は、肌色となる色相の取得を目的とする領域（以下、「肌色検

索領域」という。）のサイズを設定する肌色検索領域設定部211と、肌色検索領域の画素から肌色となる色相（以下、「肌色色相」という。）を肌色情報として取得する肌色情報取得部212と、特徴領域に含まれる画素の色相が肌色色相と一致した場合に当該特徴領域を赤目領域の候補から除外する特徴領域除外部213を備えている。

【0028】また図5は、赤目領域特定部205の機能構成を示すブロック図である。赤目領域特定部205は、特徴領域選別部208にて選別された特徴領域間の接触関係を検出する接触関係検出部221、特徴領域の特徴量の階調特性を取得する階調特性取得部222、特徴領域の面積に関する情報を取得する面積情報取得部223、およびこれらの情報に基づいて赤目領域を特定する特定部224を備えている。これら図3ないし図5に示した機能ブロックの機能の詳細については後述する。

【0029】図6ないし図9は、画像処理装置1が赤目領域を特定して補正する際の動作の流れを示す図である。以下、図3ないし図9を参照して画像処理装置1が赤目領域を特定して補正を行う動作について説明する。

【0030】まず、使用者がディスプレイ12を見ながらキーボード111やマウス112を用いてメモリカード92や固定ディスク161内の画像データ301のうち所望のものを対象画像として選択すると、選択された画像データ301がRAM14に読み込まれるとともに表示制御部201が画像データ301に基づいて対象画像をディスプレイ12に表示する（ステップS11）。

【0031】使用者は赤目補正が必要な領域をマウス112を用いて指定することにより、対象領域決定部202が演算対象となる対象領域を決定する（ステップS12）。具体的には、図10に示すように使用者が対象画像401中の対象領域402の対角の2点を指定することにより、1つの目に対応する赤目領域を含む矩形の対象領域402が決定される。

【0032】対象領域402が決定されると、特徴領域抽出部204は、対象領域402の各画素のRGB値をL*a*b*表色系の色空間へと変換する。さらに、L*a*b*値を色相、彩度、明度に変換し、これらを各画素の特徴量として得る（ステップS13）。

【0033】次に、特徴領域抽出部204は、これらの特徴量に基づいて特徴領域を抽出する前にコントラスト補正部207に対象領域402のコントラスト補正を行わせる（ステップS14）。対象画像401には、撮影状況等により明暗部の差がはっきりとしている画像や、明暗部の差があまり無く明度の分布が偏っている画像が存在する。特に赤目現象が発生している画像はフラッシュを使用して撮影されているため明度が高明度に偏っている場合が多い。このため、コントラスト補正を行うことによりどのような対象画像401であっても同一の明度基準に基づいて特徴領域の抽出を行えるようにする。

【0034】ここでコントラスト補正部207が行うコントラスト補正処理の一例について説明する。まず、コントラスト補正部207により対象領域402における明度と画素数との関係を示すヒストグラムが作成される。図11は、対象領域402から得られるヒストグラムを例示する図である。なお、本実施の形態において明度の最小値は0とし最大値は255としている。

【0035】図11中、符号62にて示すように明度が最小値から最大値にかけて分布している場合は、明暗部の差がはっきりとしている画像となる。しかしながら、図11中、符号61にて示すように明度の分布が高明度領域に偏っている場合には、全体的に淡い画像となり明度としての特徴が明確でない。したがって、符号62と符号61にて示す画像において同一の明度基準を適用することは困難であるとともに同一の明度基準を適用した場合は誤った特徴領域を抽出しかねない。このため、コントラスト補正部207は対象画像401の明度の分布が偏っている場合には対象領域402に対してコントラスト補正を行う。

【0036】明度の分布が偏っていた場合、コントラスト補正部207は作成したヒストグラムを最大値から最小値までの幅を有するように変形を行う。図12は対象領域402から得られるヒストグラム601の一例を示す図であり、図13は図12のヒストグラム601を変形したヒストグラム602を示す図である。図13において平行斜線を示した領域612は、図12に示すクリップ値よりも上の領域と同じ面積を有する。すなわち、図12のヒストグラム601から領域611を削除し、領域612を加えることによって図13のヒストグラム602が生成される。これにより、クリップ値よりも画素数の多い明度範囲の画素数が抑えられ、最大値から最小値までの幅を持つヒストグラムが生成される。

【0037】次に、コントラスト補正部207は、図14に示すようにヒストグラム602の累積曲線620を生成する。そして、図14において横軸を0から255までの入力明度とし、縦軸も0から255までの出力明度として扱うことにより、累積曲線620が対象領域402の各画素の明度を変換する変換曲線として利用される。コントラスト補正部207は、対象領域402内の注目画素の明度を累積曲線620を用いて変換し、注目画素を順次切り替えることにより対象領域402全体について明度の変換すなわちコントラスト補正が行われることとなる。

【0038】このような処理により、対象領域402の明度の分布の偏りが補正され、対象画像401がどのような明度分布であっても特徴領域の抽出を同一の明度基準に基づいて行うことが可能となり、個々の対象画像401の撮影状況等による影響を受けずに特徴領域の抽出を精度よく且つ適切に行うことができるようになる。

【0039】次に、特徴領域抽出部204により、対象

領域402の各画素の特徴量に基づいて瞳孔領域、虹彩領域および虹彩外領域がそれぞれ特徴領域として対象領域402から抽出される。具体的には、彩度および明度が一定の範囲にある領域（彩度、明度ともに低い範囲にある領域）が瞳孔領域として抽出され、色相および彩度が一定の範囲にある領域（色相は赤からやや黄色、彩度は高い範囲にある領域）が虹彩領域として抽出される。さらに、瞳孔領域と同じ明度範囲であり、虹彩領域と同じ色相範囲の領域が虹彩外領域として抽出される（ステップS15）。

【0040】図15および図16は、特徴領域抽出部204により、対象領域402から抽出される特徴領域を例示する図である。符号501は瞳孔領域、符号502（502a, 502b）は虹彩領域、符号503は虹彩外領域を示す。赤目の状態によっては、各種特徴領域は抽出されない場合もあれば複数抽出される場合もある。

【0041】各種特徴領域の抽出に用いられる特徴量の範囲は、赤目現象の生じていない正常時の特徴量から定められるものではなく、赤目現象が生じている場合の特徴量から統計的に定められる。したがって、このような特徴量に該当する各特徴領域は赤目現象の生じている可能性がある領域すなわち赤目領域の候補として抽出されていることを意味する。逆に、いずれの特徴領域としても抽出されなかった領域は赤目補正が必要でない領域と判定されたこととなる。

【0042】特徴領域は対象領域402の画素値から導かれる色相、彩度および明度のうち少なくとも2種類の特徴量に基づいて瞳孔領域501、虹彩領域502および虹彩外領域503として抽出されることから、1種類の特徴量による抽出に比べて個々の対象画像401の撮影状況等による影響を受けにくくすることができ、特徴領域の特定を精度よく行うことが実現される。

【0043】特徴領域抽出部204により、抽出された特徴領域は、色相、彩度および明度という特徴量が一定の範囲内にあることに基づいて判定されたものである。従って、抽出された各特徴領域には実際は目の領域でないものも含まれている可能性がある。このため以降の処理においては、特徴領域選別部208が抽出された特徴領域を選別し、赤目領域特定部205が選別された特徴領域から赤目領域を特定する処理を行う。

【0044】特徴領域が目の領域で無い場合は人物の肌の領域である可能性が高い。このため、特徴領域選別部208は各特徴領域に含まれる画素の色相が肌色色相と一致するかを判断し、一致する画素を有していた場合は当該特徴領域を赤目領域の候補から除外することによって特徴領域を選別する。肌色色相は個人差があるため対象画像中の肌色となる領域から肌色色相を取得するようにしている。以下、特徴領域選別部208が特徴領域を選別する処理について説明する。

【0045】まず、肌色色相を取得するための肌色検索

領域が、肌色検索領域設定部211により設定される(図7:ステップS21)。図17は、設定される肌色検索領域404の一例を示す図である。対象領域402は1つの目を囲むように指定されるものであるため、対象領域402の外縁は人物の肌の領域であると予想することができる。したがって、対象領域402の外縁近傍の周辺領域を肌色検索領域として設定することができる。具体的には、図17に示すように対象領域402と重心および縦横比を同一とする拡大領域(以下、「拡大対象領域」という。)403を設定し、対象領域402の外縁と拡大対象領域403の外縁との間の平行斜線で示す領域404を、肌色検索領域404として設定する。

【0046】拡大対象領域403のサイズ W_r は、対象領域402のサイズ S_1 および対象画像401のサイズ S_2 に基づいて数1にて示す関数 F_r により与えられる。それぞれの領域のサイズ S_1 、 S_2 は画素数を用いればよい。

【0047】

【数1】

$$W_r = F_r(S_1, S_2)$$

【0048】関数 F_r は、対象画像401のサイズ S_2 に対する対象領域402のサイズ S_1 の相対値が大きいほど、出力する拡大対象領域403のサイズ W_r を大きくする関数であり、例えば数1は数2にて示す式で表すことができる。なお、数2において k は定数である。

【0049】

【数2】

$$W_r = (S_1 / S_2)^k$$

【0050】前述したように対象領域402は1つの目を囲むように指定されるものであるため、対象画像401のサイズ S_2 に対する対象領域402のサイズ S_1 の相対値が大きいということは、対象画像401に占める人物の顔となる領域すなわち肌色色相を取得可能な領域も大きくなることが容易に予想できる。このため、上記のような関数 F_r を用いることにより、サイズ S_2 に対するサイズ S_1 の相対値が大きいほど肌色検索領域404のサイズが大きくなるように設定する。これにより、以降の処理において、できるだけ大きな領域の画素から色相を取得することができ、より精度の高い肌色色相を取得することが可能となる。

【0051】次に、肌色情報取得部212により肌色検索領域404に含まれる各画素の色相が取得される。そして、取得された色相それぞれの画素数を比較し、最も画素数の多い色相が肌色色相として取得される(ステップS22)。

【0052】次に、特徴領域除外部213により一の特徴領域が処理対象(以下、「注目特徴領域」という。)として決定される(ステップS23)。そして、注目特徴領域に含まれる画素の色相が取得されて該色相が肌色

色相と一致しているか否かが特徴領域除外部213により判定され(ステップS24)、肌色色相と一致した場合、注目特徴領域は赤目領域の候補となる特徴領域から除外される(ステップS25)。

【0053】一の注目特徴領域についての画素の色相の判定が終了すると次の注目特徴領域が決定され(ステップS26、S23)、再度、画素の色相の判定が行われる。以下、同様の処理が行われて最終的に全ての特徴領域の画素の色相の判定が行われる。

【0054】このような処理によって、人物の肌の領域が特徴領域として抽出された場合であっても当該特徴領域を赤目領域の候補から除外することができる。これにより特徴領域は選別され、その結果、赤目領域を特定する精度を向上させることができる。

【0055】続いて、特徴領域選別部208により選別された特徴領域から赤目領域特定部205が赤目領域を特定する処理を行う。以下、赤目領域特定部205の赤目領域を特定する処理について説明する。

【0056】まず、接触関係検出部221により一の虹彩領域502が処理対象(以下、「注目虹彩領域」という。)として決定される(ステップS31)。次に、注目虹彩領域が、瞳孔領域501または虹彩外領域503と接触しているか否かの接触関係が判定される(ステップS32)。接触していた場合は特定部224により、注目虹彩領域と、該注目虹彩領域に接触している瞳孔領域501および虹彩外領域503を含めた全体の領域が、赤目領域の候補として以降の処理対象単位となる1つの領域(以下、「赤目候補領域」という。)として設定される(ステップS33)。

【0057】一の注目虹彩領域についての接触関係の判定が終了すると次の注目虹彩領域が決定され(ステップS34、S31)、再度、接触関係の判定が行われる。以下、同様の処理が行われて最終的に全ての虹彩領域の接触関係の判定が行われる。

【0058】一般に、赤目現象の特徴として赤目領域は分散して存在するのではなく、虹彩領域502およびその周囲に存在している。したがって、虹彩領域502に接触している他の特徴領域を含めて1つの赤目候補領域とされるときにも、他の特徴領域に接触していない虹彩領域502は赤目候補領域とはされない。

【0059】例えば、図15に示す虹彩領域502bや、図16に示す虹彩領域502においては、瞳孔領域501や虹彩外領域503と接触していない(図16では、瞳孔領域501および虹彩外領域503の周囲が特徴領域となっていない。)ため、目領域でない可能性や、赤目現象が生じていない可能性が高い。そこで、これらの虹彩領域502は赤目候補領域とはされない。一方、図15に示す虹彩領域502aは瞳孔領域501および虹彩外領域503と接触しているため、赤目現象が生じている可能性が高い。そこで、虹彩領域502a、

瞳孔領域501および虹彩外領域503を含めた領域が1つの赤目候補領域とされる。このように、虹彩領域502と他の特徴領域との接触関係に基づいて、赤目候補領域を設定することにより、結果として赤目領域を適切に特定することができる。

【0060】続いて、特定部224は、上記のように設定された複数の赤目候補領域から1つの赤目領域を特定するために、各赤目候補領域の赤目らしさを評価する値を赤目評価値Wとして算出し、最も赤目評価値Wが高くなる赤目候補領域を赤目領域として特定する処理を行う。

【0061】まず、特定部224により一の赤目候補領域が処理対象（以下、「注目赤目候補領域」という。）として決定される（図9：ステップS41）。次に、階調特性取得部222および面積情報取得部223により注目赤目候補領域の赤目評価値Wのパラメータが算出される（ステップS42）。

【0062】図18は、赤目評価値Wのパラメータ算出処理の流れを示す図である。まず、階調特性取得部222により、注目赤目候補領域に含まれる虹彩領域502における色相と画素数との関係を示すヒストグラムが作成される。同様に、注目赤目候補領域に含まれる虹彩領域502における彩度と画素数との関係を示すヒストグラムが作成される（ステップS101）。そして、作成された色相のヒストグラムおよび彩度のヒストグラムからそれぞれ、色相の分散VHおよび彩度の分散VSが赤目評価値Wのパラメータとして求められる（ステップS102）。つまり、注目赤目候補領域の階調特性として色相および彩度の分散VH、VSが求められる。

【0063】次に、面積情報取得部223により、注目赤目候補領域の面積ASが赤目評価値Wのパラメータとして求められる（ステップS103）。面積ASは、注目赤目候補領域の全体の画素数が用いられる。前述したように赤目候補領域には虹彩領域502と該虹彩領域502に接触する瞳孔領域501および虹彩外領域503が含まれているため、これらの全体の面積を加算した面積が面積ASとして求められる。

【0064】上記のようにして赤目評価値Wのパラメータが算出されると、次に、注目赤目候補領域の赤目評価値Wが数3にて示す関数Faにより求められる（ステップS43）。

【0065】

【数3】

$$W = Fa(VH, VS, AS)$$

【0066】関数Faは、色相の分散VHが小さいほど、また、彩度の分散VSが大きいほど、さらに、面積ASが大きいほど、出力する赤目評価値Wを大きくする特性を有する。

【0067】一般に、赤目現象の特徴として赤目領域には赤（赤目の色相）以外の色が混色していることは少な

く色相の範囲は狭くなることから、色相の分散VHが小さいほど赤目領域である可能性は高くなる。また、赤目領域は鮮やかな赤色を有している場合が多いため、彩度の分散VSが大きいほど赤目領域である可能性は高くなる。さらに、対象領域402は赤目現象が発生している領域が最低限含まれるように設定されているものであるため、面積ASが大きいほど赤目領域である可能性は高くなる。したがって、上記の関数Faを用いて算出される赤目評価値Wが高くなる赤目候補領域ほど、赤目領域である可能性が高くなるわけである。

【0068】次に、算出された赤目評価値Wが、最大値Wmaxと比較され（ステップS44）、最大値Wmaxより大きい場合は赤目評価値Wが新たに最大値Wmaxとして設定される（ステップS45）。そして、注目赤目候補領域が赤目領域（正確には、処理過程において最も赤目領域である可能性が高い領域）として設定される（ステップS46）。なお、最初の処理対象となる注目赤目候補領域の場合はステップS44は実行されず、ステップS45およびS46が必ず実行される。

【0069】一の注目赤目候補領域についての赤目評価値Wの算出が終了すると次の注目赤目候補領域が決定され（ステップS47、S41）、再度、赤目評価値Wの算出及び最大値Wmaxとの比較が行われる。以下、同様の処理が行われることにより全ての赤目候補領域の赤目評価値Wの算出が行われ、最終的に赤目評価値Wが最大となる赤目候補領域が赤目領域として特定される。つまり、赤目評価値Wの大きさを比較することにより赤目領域が1つに特定されることとなる。

【0070】赤目領域が特定されると、赤目領域の色を瞳に近似する所定の色に置換する処理が補正部206により行われ正常な目の色に補正される。補正後のデータは対象領域402以外の画像データ301と合成されて補正済画像データ302とされる（ステップS48）。なお、生成される補正済画像データ302には、補正済であることを示す識別子が付加されてよい。

【0071】＜2. 第2の実施の形態＞次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。本実施の形態の画像処理装置の構成は、図1ないし図5に示す画像処理装置1と同様である。また、本実施の形態の画像処理装置1の赤目領域を特定して補正する際の動作も図6ないし図9に示すものと同様であるが、赤目候補領域の赤目評価値Wの算出方法のみが相違する。このため以下では、赤目評価値Wの算出処理について説明を行う。

【0072】図19は、本実施の形態の赤目評価値Wのパラメータ算出処理（図9：ステップS42）の流れを示す図である。まず、階調特性取得部222により注目赤目候補領域に含まれる虹彩領域502の特徴量の位置的な連続性から階調勾配情報が取得される（ステップS201）。

【0073】具体的にはまず、虹彩領域502に対して

図20の如く3つの切断線CL1~CL3が設定され、設定された3つの切断線における特徴量（彩度および明度）の値のグラフがそれぞれ生成される。図21は一の切断線における特徴量のグラフ71の例を示す図であり、横方向は切断線上の位置を示し縦方向は特徴量の値を示す。図のようにしてグラフ71が生成されると、次に、特徴量の値が最大となる位置75においてグラフ71は2つの領域72、73に分割され、2つに分割されたグラフ72、73それぞれをヒストグラムに見立てて累積曲線が図22の如く生成される。さらに図22に示すように、生成された累積曲線710の最小値711と最大値712を結ぶ基本線720が設定され、この基本線720が横軸に一致するように座標変換が行われて階調評価曲線が得られる。

【0074】図23は、上記処理により得られた階調評価曲線730の例を示す図である。階調評価曲線730は虹彩領域502の切断線における階調の位置的な変化特性を示すこととなる。例えば、曲線731のようにその値の絶対値が所定値Sよりも大きくなる場合は、虹彩領域502において急激に階調が変化する領域が存在すると判断することができる。また、曲線733のように横軸と交差する場合（値の正負が逆転する場合）は、虹彩領域502において突出した階調の変化領域が存在すると判断することができる。

【0075】一般に、赤目現象が発生している虹彩領域502の彩度及び明度は位置的に連続するなだらかな階調変化（グラデーション）を有している。このため、階調評価曲線730が曲線731や曲線733となる場合の虹彩領域502は赤目領域として不適格といえる。一方、曲線732のように横軸との交差が無く且つその値の絶対値が所定値Sよりも小さい場合は、虹彩領域502は赤目領域の特徴を有しているといえる。

【0076】このため、階調評価曲線730が曲線732のようになる場合はその値の絶対値のうち最大となる値が階調勾配値Tとして取得され、階調評価曲線が曲線731や曲線733のようになる場合は階調勾配値Tは初期値（例えば0）とされる。なお、所定値Sは予め統計的に求められた値が使用される。

【0077】ここで、階調勾配値Tは3つの切断線におけるグラフ71を2つに分割した領域それぞれについて取得されるため、6つの階調勾配値Tが取得されることとなる。階調特性取得部222はこれら6つの階調勾配値Tのうち最大となる値を階調勾配情報として取得する。この階調勾配情報は彩度及び明度についてそれぞれ取得されることから、最終的に彩度の階調勾配情報TS及び明度の階調勾配情報TLが取得されることとなる。

【0078】次に、虹彩領域502において赤目現象が生じている場合の階調勾配情報の理想値と、取得された階調勾配情報TS、TLと、が比較され理想値からの乖離値が求められる（図19：ステップS202）。具体

的には、彩度の乖離値TSd及び明度の乖離値TLdが、階調特性取得部222により下記の数4及び数5によって求められる。

【0079】

【数4】

$$TSd = |TS - TS0|$$

【0080】

【数5】

$$TLd = |TL - TL0|$$

【0081】TS0、TL0はそれぞれ彩度、明度の階調勾配情報の理想値であり予め統計的に求められている。求められた乖離値TSd、TLdは、後述する処理において赤目評価値Wのパラメータとして使用される。

【0082】次に、面積情報取得部223により注目赤目候補領域において赤色画素の占める面積の割合（以下、「赤色画素割合」）HRが赤目評価値Wのパラメータとして求められる（ステップS203）。具体的には、注目赤目候補領域に含まれる各画素の色相が取得され、赤目現象が生じている場合の理想値となる色相を有する赤色画素の画素数が算出される。赤目現象が発生している場合の理想値となる色相は予め統計的に求められている。そして、注目赤目候補領域の全体の画素数（面積）が求められ、注目赤目候補領域の画素数に対する赤色画素の画素数の相対値が、赤色画素割合HRとして求められる。つまり、赤色画素割合HRは、注目赤目候補領域の面積に関する面積情報となる。

【0083】上記のようにして、赤目評価値Wのパラメータが算出されると、次に、注目赤目候補領域の赤目評価値Wが数6にて示す関数Fbにより求められる（図9：ステップS43）。

【0084】

【数6】

$$W = Fb(TSd, TLd, HR)$$

【0085】関数Fbは、彩度の乖離値TSdが小さいほど、また、明度の乖離値TLdが小さいほど、さらに、赤色画素割合HRが大きいほど、出力する赤目評価値Wを大きくする特性を有する。つまり、関数Fbは注目赤目候補領域が理想の赤目領域に近似するほど、出力する赤目評価値Wを大きくする特性を有している。換言すれば、上記の関数Fbを用いて算出される赤目評価値Wが高くなる赤目候補領域ほど、赤目領域である可能性が高くなる。したがって、本実施の形態においてもこの赤目評価値Wの大小を比較することにより赤目領域を1つに特定することができることとなる。

【0086】＜3. 変形例＞以上、本発明の一の実施の形態について説明してきたが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく様々な変形が可能である。

【0087】例えば、上記実施の形態では、肌色検索領域は対象領域402と拡大対象領域403との間の領域を使用していたが、対象領域402の外縁は人物の肌の

領域として予想することができるため、この外縁のみを肌色検索領域として利用してもよい。

【0088】また、上記実施の形態では、コントラスト補正の方法として、明度の累積ヒストグラムを変換曲線として利用する手法を用いているが、平均明度に応じて予め準備された変換曲線を選択する手法等の他の手法が用いられてもよい。また、対象領域402のみに対してコントラスト補正を行っていたが、対象画像401の全体に対してコントラスト補正を行ってもよい。

【0089】また、上記実施の形態では、赤目領域に対する補正の方法として、赤目領域の色を瞳に近似する所定の色に置換するという手法を用いているが、補正方法は上記の方法に限定されるものではない。例えば、赤目現象は瞳が鮮やかな赤色に強調されることによって生じるのであるから、画素値のRGBの値のうちRの値を下げる、または明度を下げる等の方法によって補正されてもよい。

【0090】また、画像処理装置1への画像のデータの取得方法は、上記実施の形態のようにメモ리카ード92から読み込まれるのではなく、例えば、ケーブル接続、通信回線または無線等により画像処理装置1と他の装置とが信号の送受信を行うことによって画像のデータの取得がされてもよい。画像処理装置1に撮像部を設けて画像のデータが取得されてもよい。

【0091】また、画像処理装置1では、一連の画像処理が全てCPUによるソフトウェア的処理で実行されているが、それらの処理の一部または全部を専用の回路により実現することも可能である。特に、反復演算をロジック回路にて構築することにより、迅速な画像処理が実現される。

【0092】また、上記実施の形態では、対象領域402の形状を矩形としたがこれに限られるものではない。例えば、楕円形状や使用者が任意に指定する形状等であってもよい。さらに、上記の実施の形態では、対象領域402は使用者によって指定されたが、画像認識または特徴量による判定等により自動的に対象領域402が決定されてもよい。

【0093】また、上記実施の形態では特徴量として色相、彩度、明度が用いられるが、 $L^*a^*b^*$ 、 LUV 、 XYZ 等の表色系における値が特徴量として利用されてもよく、RGBの値がそのまま特徴量とされてもよい。

【0094】

【発明の効果】以上、説明したように、請求項1ないし12の発明によれば、虹彩領域と他の特徴領域との接触関係と、虹彩領域の特徴量の階調特性と、特徴領域の面積に関する面積情報と、に基づいて赤目領域を特定するため、赤目領域を適切に特定することができる。

【0095】また、請求項2の発明によれば、対象領域の色相、彩度および明度のうち少なくとも2つの特徴量に基づいて特徴領域を抽出するため、特徴領域を精度よ

く適切に抽出することができる。

【0096】また、請求項3の発明によれば、階調特性と面積情報とから算出される評価値に基づいて赤目領域を特定するため、精度よく赤目領域を1つに特定することができる。

【0097】また、請求項4の発明によれば、虹彩領域の面積と、該虹彩領域に接触する他の特徴領域の面積と、を加算した面積に関する情報を面積情報とするため、赤目が発生している領域全体の面積に基づいて赤目領域の特定をすることができ、精度よく赤目領域を特定することができる。

【0098】また、請求項5の発明によれば、虹彩領域の特徴量のヒストグラムから導出される値に基づいて赤目領域を特定するため、精度よく赤目領域を特定することができる。

【0099】また、請求項6の発明によれば、一般に、赤目領域の特徴量は位置的に連続するなだらかな階調変化を有するため、虹彩領域の特徴量の位置的な連続性から導出される値に基づいて赤目領域を特定することにより、精度よく赤目領域を特定することができる。

【0100】また、請求項7の発明によれば、肌色となる特徴領域を赤目領域の候補の領域から除外するため、赤目でない肌の領域を赤目領域であると判定されることがなくなり、赤目領域の誤判定を防止することができる。

【0101】また、請求項8の発明によれば、肌色情報を取得するための周辺領域を、対象画像のサイズと対象領域のサイズに応じて適切なサイズに設定することができ、対象画像中の肌色情報を精度よく取得することができる。

【0102】また、請求項9の発明によれば、対象画像のコントラストを補正することにより、対象画像の撮影状況による影響を受けずに、同一の基準に基づいて赤目領域を特定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る画像処理装置の外観図である。

【図2】画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図3】画像処理装置の赤目領域を特定する機能構成を示す図である。

【図4】特徴領域選別部の機能構成を示す図である。

【図5】赤目領域特定部の機能構成を示す図である。

【図6】画像処理装置が赤目領域を特定する動作の流れを示す図である。

【図7】画像処理装置が赤目領域を特定する動作の流れを示す図である。

【図8】画像処理装置が赤目領域を特定する動作の流れを示す図である。

【図9】画像処理装置が赤目領域を特定する動作の流れを示す図である。

【図10】対象領域を指定する際のディスプレイを示す

図である。

【図 1 1】 明度のヒストグラムを例示する図である。

【図 1 2】 コントラスト補正における変換曲線を求める様子を説明するための図である。

【図 1 3】 コントラスト補正における変換曲線を求める様子を説明するための図である。

【図 1 4】 コントラスト補正における変換曲線を例示する図である。

【図 1 5】 抽出された特徴領域の例示する図である。

【図 1 6】 抽出された特徴領域の例示する図である。

【図 1 7】 肌色検索領域を例示する図である。

【図 1 8】 第 1 の実施の形態における赤目評価値のパラメータ算出処理の流れを示す図である。

【図 1 9】 第 2 の実施の形態における赤目評価値のパラメータ算出処理の流れを示す図である。

【図 2 0】 階調勾配情報を求める様子を説明するための図である。

【図 2 1】 階調勾配情報を求める様子を説明するための図である。

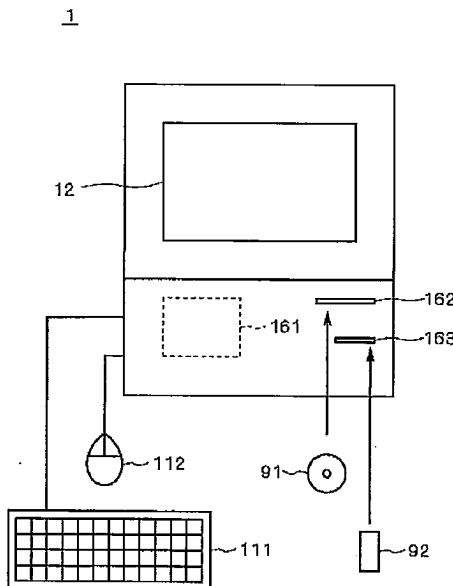
【図 2 2】 階調勾配情報を求める様子を説明するための図である。

【図 2 3】 階調勾配情報を求める様子を説明するための図である。

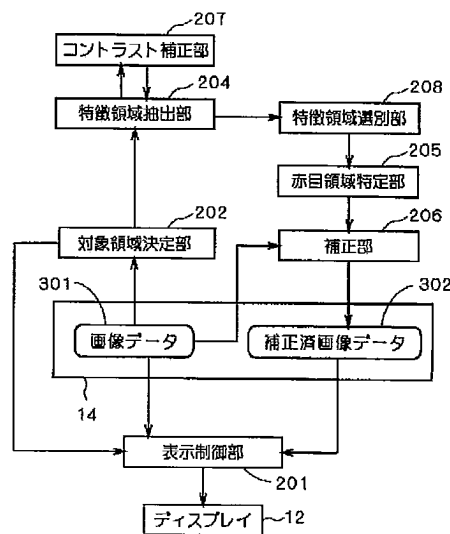
【符号の説明】

1	画像処理装置
9 2	メモ리카ード
10 1 4 1	プログラム
2 0 4	特徴領域抽出部
2 0 5	赤目領域特定部
2 0 7	コントラスト補正部
2 0 8	特徴領域選別部
5 0 1	瞳孔領域
5 0 2	虹彩領域
5 0 3	虹彩外領域

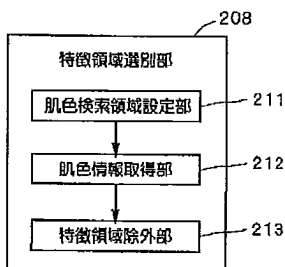
【図 1】



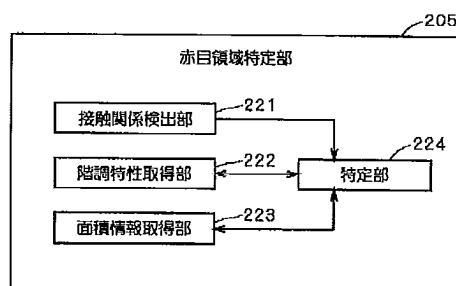
【図 3】



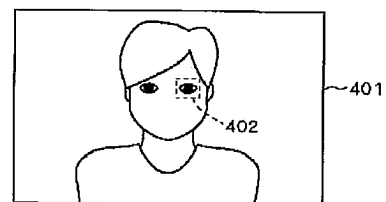
【図 4】



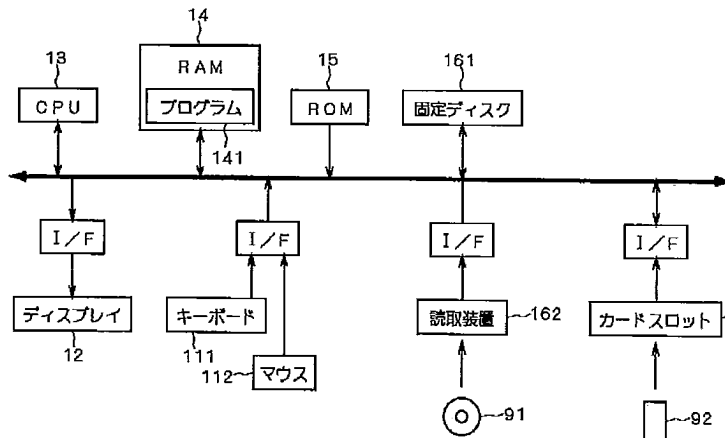
【図 5】



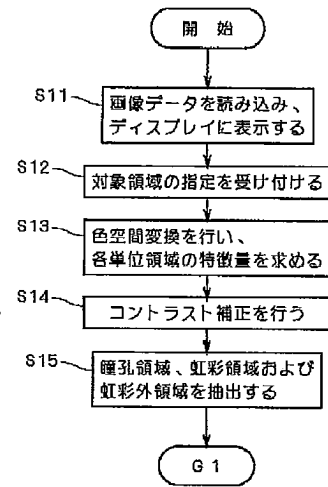
【図 1 0】



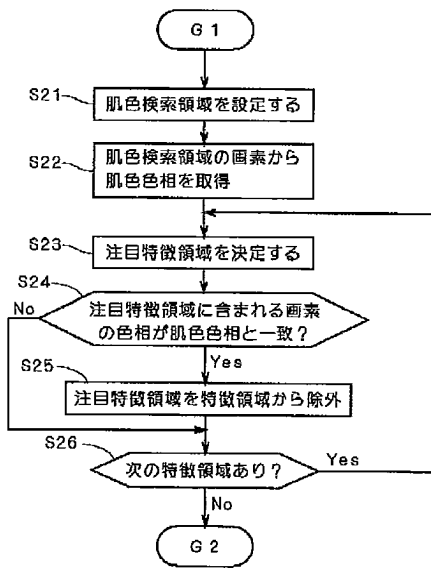
【図2】



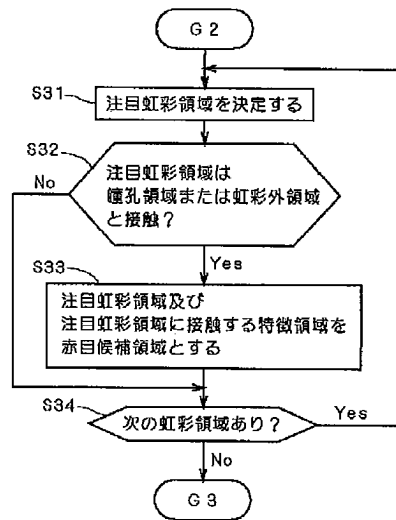
【図6】



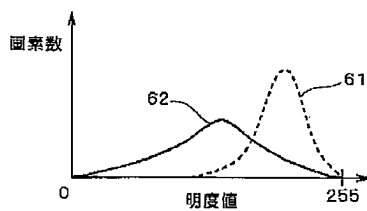
【図7】



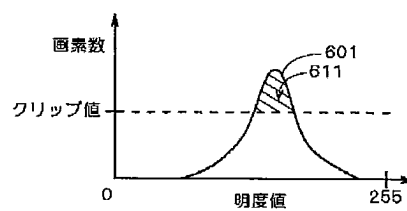
【図8】



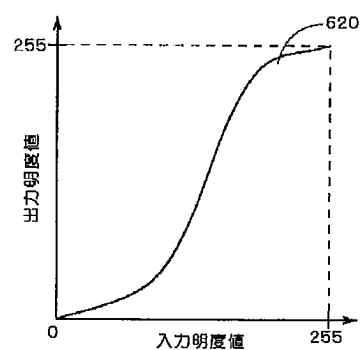
【図11】



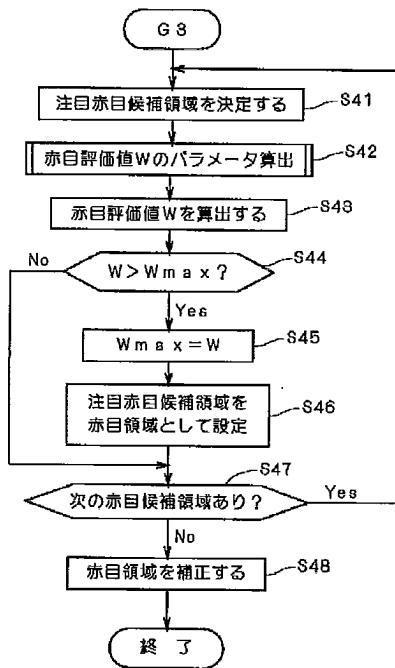
【図12】



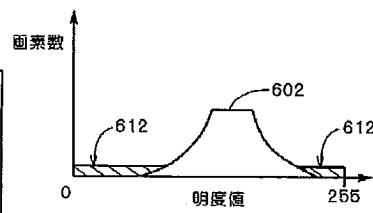
【図14】



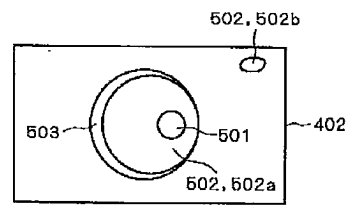
【図9】



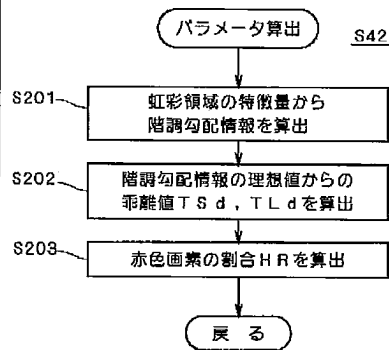
【図13】



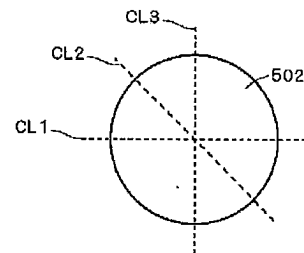
【図15】



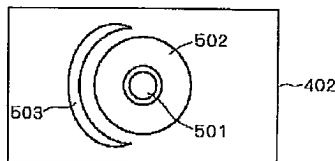
【図19】



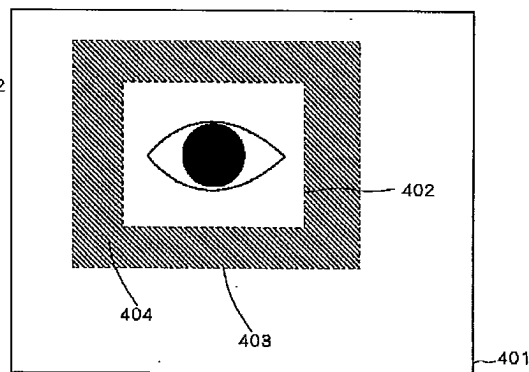
【図20】



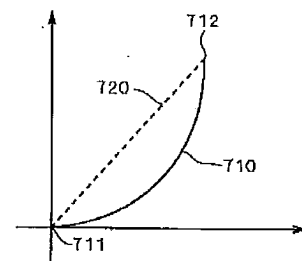
【図16】



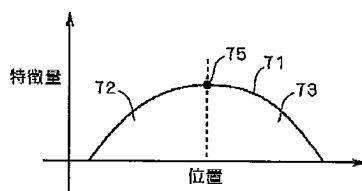
【図17】



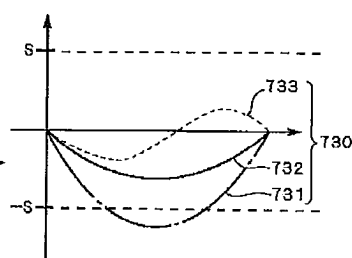
【図22】



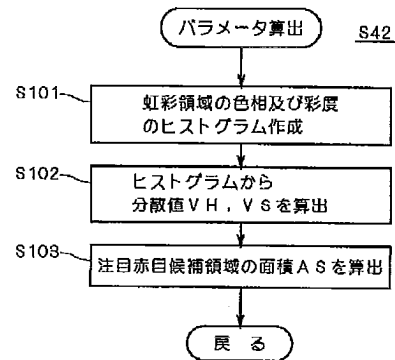
【図21】



【図23】



【図18】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターム(参考)

H 0 4 N 5/21
5/907
5/91
9/79

H 0 4 N 5/907
1/46
9/79
5/91

B 5 C 0 7 9
Z 5 L 0 9 6
G
J

F ターム(参考) 5B057 AA20 BA24 CA01 CA08 CA12
CB01 CB08 CB12 CC03 CE16
CH01 DA08 DA16 DB02 DB06
DB09 DC16 DC25
5C021 RA06 RB03 XA03 YC13 ZA01
5C052 AA17 GA02 GE08
5C053 FA08 HA06 LA11
5C055 AA03 EA05 GA01 HA14
5C079 HB01 HB06 HB08 LA06 MA01
MA11
5L096 AA02 AA06 BA20 CA24 DA01
FA06 FA37 FA59 GA41 HA08